6T

УДК 681.518.52

В.В. Турупалов
Донецький національний технічний університет МОНМС України, м. Донецьк
Україна, 83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58

Роль телекомунікаційних технологій у системах автоматизації підприємств гірничодобувного комплексу

V.V. Turupalov
Donetsk National Technical University, Ukraine
Ukraine, 83001, c. Donetsk, Artema st., 58

Role of Telecommunication Technologies in Automation of the Mining Complex

В.В. Турупалов
Донецкий национальный технический университет МОНМС Украины, г. Донецк
Украина, 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58

Роль телекоммуникационных технологий в системах автоматизации предприятий горнодобывающего комплекса

Розглянуто питання розробки комплексної системи автоматичного управління гірничодобувного підприємства. Представлено аналіз гірничодобувного підприємства як об’єкта автоматичного управління. Запропоновано багаторівневу систему комплексної автоматизації шахти. Обґрунтовано застосування спеціалізованих телекомунікаційних мереж для реалізації розробленої системи. Запропоновано використовувати телекомунікаційну систему Profibus як основну.
Ключові слова: гірничодобувне підприємство, автоматизація, телекомунікаційні технології.

The problems of development of integrated system for automatic control at mining enterprise are considered. The analysis of the mining enterprise as an object of automatic control is given. Multi-level integrated automation of mine is proposed. The application of specialized telecommunication networks for implementation of the developed system is proved. It is proposed to use the telecommunication system Profibus as the main one.
Key Words: mining, automation, telecommunication technologies.

Рассмотрены вопросы разработки комплексной системы автоматического управления горнодобывающего предприятия. Представлен анализ горнодобывающего предприятия как объекта автоматического управления. Предложена многоуровневая система комплексной автоматизации шахты. Обосновано применение специализированных телекоммуникационных сетей для реализации разработанной системы. Предложено использовать телекоммуникационную систему *Profibus* в качестве основной.
Ключевые слова: горнодобывающее предприятие, автоматизация, телекоммуникационные технологии.

Вступ

Обмеженість власних запасів нафти й газу в Україні при одночасному збільшенні вартості імпортної сировини приводить до необхідності розвитку вугільної галузі, основною виробничою одиницею якої є шахта. Вугільна шахта являє собою складну

виробничу систему з особливо небезпечними умовами (вибухонебезпека, пожежонебезпека, небезпека проривів води й викидів газу, гідродинамічним явищам і ін.). Сучасна вугільна шахта є складним об'єктом автоматизації, що характеризується розподіленістю в просторі, багатомірністю, багатозв'язністю, наявністю великої кількості різних технологічних процесів і обладнання, крім того, на роботу підземної частини шахти дуже впливає наявність газу, пилу, гірничо-геологічних умов, що змінюються випадковим образом [1]. Для збільшення ефективності видобутку вугілля й підвищення безпеки ведення гірничих робіт застосовують системи автоматичного управління технологічними процесами різного призначення.

Системи автоматичного управління такими складними об'єктами можуть бути однорівневими централізованими, однорівневими децентралізованими або багаторівневими. У цей час для одержання максимальної ефективності управління об'єктами такого класу застосовуються багаторівневі системи автоматичного управління, які засновані на застосуванні сучасних цифрових технологій. Використання багаторівневих систем управління дозволяє найбільше повно врахувати взаємозв'язок технологічних процесів, їхню багатомірність, розподіленність, а також максимально компенсувати дію зовнішніх і внутрішніх збурюючих впливів. Тому задача розробки принципів комплексної багаторівневої автоматизації вугільної шахти з використанням сучасних телекомунікаційних технологій є актуальною й економічно обґрунтованою.

Метою даної роботи є обґрунтування необхідності використання сучасних телекомунікаційних технологій в складних системах автоматичного управління для підвищення їхньої ефективності.

Для досягнення позначеної вище мети необхідно вирішити наступні основні задачі:

– виконати аналіз технологічних процесів і елементів гірничодобувного підприємства як об'єкта автоматичного управління;

– визначити необхідну кількість рівнів технологічних процесів вугільної шахти;

– виконати аналіз структури комплексної системи управління вугільною шахтою;

– обґрунтувати вибір комплексу технічних засобів і телекомунікаційних технологій для реалізації запропонованої системи.

Аналіз гірничодобувного підприємства з позицій автоматичного управління

Структурно шахту можна розділити на поверхневу й підземну частини. Всі технологічні процеси шахти, як і будь-якого промислового підприємства, поділяють на основні й допоміжні. Основним технологічним процесом вугільної шахти є виїмка вугілля в очисному вибої. До допоміжних процесів належать всі процеси, що забезпечують видобуток вугілля – підготовчі роботи, транспорт, підйом, водовідлив, провітрювання, поверхневий комплекс. У свою чергу кожний технологічний процес являє собою складну систему, що складається із взаємодіючого між собою технологічного обладнання.

Виїмка вугілля в очисному вибої здійснюється механізованим комплексом, що складається з видобувного комбайна, скребкового конвеєра, механізованого кріплення, а також допоміжного устаткування. Основне завдання даного технологічного процесу – забезпечення максимальної продуктивності технологічного комплексу при заданій собівартості вугілля. На роботу даної дільниці впливають умови зовнішнього середовища (гірничо-геологічні порушення, запиленість, газообільність) і інші дільниці шахти (підготовчі роботи, транспорт, підйом, вентиляція, дегазація).

Дільниця підготовчих робіт забезпечує підготовку нових виїмкових полів. Проходка штреків, як правило, здійснюється за допомогою прохідницьких комбайнів. Основне завдання – забезпечення заданого рівня проходки підготовчих виробок при мінімальних витратах.

Система транспорту забезпечує транспортування корисної копалини від очисного вибою до пристовбурного двору. Система транспорту складається зі стрічкових і скребкових конвеєрів, бункерів. Основна особливість даної ділянки – велика розподіленість елементів технологічного процесу в просторі. Основне завдання – забезпечення максимальної пропускної здатності при мінімальних витратах на процес транспортування.

Сучасне гірниче підприємство, що представляє сукупність складних технічних засобів ведення виробничих процесів і людей, що керують цими процесами в стохастично змінних умовах навколишнього середовища, може бути визначене як велика або складна система. При проектуванні комплексної системи автоматизації вугільної шахти необхідно враховувати це повною мірою.

До важливих ознак великої системи відноситься емерджентність, тобто наявність у ній властивостей, що є специфічними тільки для системи, а не для її елементів. Більше того, ці властивості великої системи не можуть бути визначені з відомих властивостей її елементів. Прикладом емерджентності може служити те, що виробничі можливості колективу дільниці шахти не зводяться до суми індивідуальної працездатності його членів. Знання характеристик провітрювання будь-яких одних виробок не дозволяє встановлювати закономірності системи провітрювання підприємства в цілому.

До складових частин великої системи поряд з машинами, матеріальними ресурсами, системами збору, передачі й обробки інформації відносяться люди, як безпосередньо зайняті у виробничому процесі, так і ті, що керують цими процесами, тобто мають необхідні права й відповідають за прийняття рішень. Отже, дуже високе значення має така характеристика великої системи, як розмаїтість, тобто значна невизначеність її поведінки.

Гірничі підприємства через постійні мінливі умови зовнішнього середовища, складність контролю за правильністю дії персоналу, наявність глибоких взаємозв’язків між елементами системи мають дуже високу розмаїтість. Останнє значною мірою ускладнює процес управління шахтою. Задача будь-якого управління полягає в зменшенні розмаїтості керованої системи й в ідеальному випадку – у зведенні багатьох її складових, можливих як результат впливу зовнішнього середовища, дії людей і взаємодії технічних засобів, до підмножини, що включає лише стани, що є оптимальними щодо мети управління.

Для ефективного управління великою системою комплексна система автоматизації вугільної шахти повинна мати значну власну розмаїтість. Ця умова досягається структуризацією керуючої системи, що стосовно до будь-якого промислового підприємства означає формування взаємодіючих досить самостійних структурних підрозділів (підсистем управління), що утворюють ієрархію управління. Однак для гірничодобувних підприємств є типовою незвідність їхньої структури до якій-небудь одній ієрархії.

Для забезпечення заданого критерію якості управління складним об’єктом САУ вугільної шахти повинна ефективно вирішувати три основні завдання: збір і передача інформації про об’єкти, переробка інформації й видача керуючих впливів на об’єкт. При наявності великих інформаційних потоків у багаторівневій інформаційній структурі шахти й при складних алгоритмах обробки інформації забезпечити заданий критерій якості управління можна тільки на основі використання комплексної системи автоматичного управління й контролю.

На сучасних гірничодобувних підприємствах використовують два основних типи систем автоматизації: систему організаційно-економічного або адміністративного управління (АСУП) і систему управління технологічними процесами (АСУ ТП). Ці системи принципово відрізняються в основному характером об'єкта управління. В АСУП об'єкт управління – це шахта в цілому і її окремі структурні підрозділи, тобто колективи людей, а в АСУ ТП – виробничий процес, комплекс машин, пристроїв. Крім того, в АСУ ТП інформація передається у вигляді сигналів різної природи (електричними, світловими, гідравлічними й ін.), а в АСУП основним носієм інформації є повідомлення (документи).

Однак у великій складній системі, до якої належить шахта, у цей час є прогресуюча тенденція злиття АСУП і АСУ ТП у єдину комплексну автоматизовану систему управління (КАСУ). Це обумовлено тим, що керуюча функція для АСУ ТП може вироблятися на основі повідомлень АСУП, а інформація для АСУП може формуватися за результатами функціонування АСУ ТП.

Вищевикладений аналіз особливостей вугільної шахти дозволяє визначити доцільність поділу КАСУ на чотири рівні: рівень шахти, рівень дільниці, рівень процесу, рівень технологічного обладнання.

Інтегрованість АСУ ТП і АСУП в управління великої системи проявляється й у взаємозв'язку обчислювальних пристроїв різного рівня. Так, всі програмувальні логічні контролери рівня процесу пов'язані з відповідним сегментом ЛОМ рівня шахти, що одночасно використовується як елемент більш високого рівня стосовно технологічного процесу і як елемент, що вирішує загальні задачі АСУ ТП і АСУП.

Обґрунтування та вибір спеціалізованої телекомунікаційної мережі

При побудові систем управління розподіленими об'єктами використовуються два підходи. Класичний підхід до автоматизації складних розподілених об'єктів передбачає підключення кожного датчика до центрального контролера окремим (і досить дорогим) високоякісним кабелем. Це ж стосується й підключення виконавчих органів. Альтернативою описаному підходу, є системи автоматичного управління, які побудовані з використанням промислових шин – fieldbus. До найбільш відомих і застосовуваних у світі відкритих промислових мереж відносяться: CAN, LON, Profibus, Interbus-S, FIP, ControlNet, Foundation Fieldbus, DeviceNET, ASI, HART, MicroLAN і деякі інші [3], [4]. Кожна з перерахованих систем має свої особливості, переваги й призначена для застосування на певному рівні автоматизованої системи управління підприємством.

Перехід на fieldbus-технологію забезпечує поліпшення якості, зниження витрат і підвищення ефективності кінцевої системи [3], [4]. Кожний пристрій може виконувати функції управління, обслуговування й діагностики. Це істотно збільшує ефективність системи в цілому й знижує витрати з її супроводження. Таким чином, на сучасному етапі розвитку систем автоматизації при побудові систем управління розподіленими об'єктами й процесами необхідно орієнтуватися на використання телекомунікаційних мереж класу fieldbus.

Багаторівнева структура системи управління забезпечує її надійність, оперативність, ремонтопридатність та ефективність функціонування. При цьому забезпечується оптимальний рівень децентралізації управління з мінімальною кількістю засобів технологічного контролю, управління й ліній зв'язку між ними. Побудова систем авто-

матизації за рівнями управління визначається цілями (критеріями) управління відповідними технологічними об'єктами. Задачі, які вирішуються на кожному рівні підприємства, обумовлюють вимоги до багаторівневої системи автоматизації та телекомунікаційних технологій. На верхньому рівні вирішується задача забезпечення оптимальної роботи всього підприємства в цілому. У результаті система управління верхнього рівня видає оптимальні значення технологічних параметрів, які є задавальними впливами для систем управління нижніх рівнів.

При побудові багаторівневих систем автоматизації особливо гостро стоять завдання організації інформаційного обміну між рівнями. В одному випадку, необхідний обмін комплексними повідомленнями на середніх швидкостях. В іншому – швидкий обмін короткими повідомленнями з використанням спрощеного протоколу обміну (рівень датчиків і виконавчих механізмів). Для цих випадків найбільше підходить телекомунікаційна система Profibus [2], [4]. У цей час під цією спільною назвою розуміється сукупність трьох окремих протоколів: Profibus-FMS, Profibus-DP і Profibus-PA. Протокол Profibus-DP був спроектований для організації швидкого каналу зв'язку з рівнем датчиків і виконавчих механізмів. Протокол Profibus-FMS призначений для роботи на так званому цеховому (верхньому) рівні. Тут потрібен високий ступінь функціональності, і цей критерій важливіше за критерій швидкості. FMS-протокол допускає гібридну архітектуру взаємодії вузлів. Протокол Profibus-PA – це розширення DP-протоколу для організації обміну інформацією у вибухонебезпечних середовищах. Використання системи Profibus дозволяє створювати системи керування на трьох рівнях – рівні технологічного обладнання, рівні процесу, рівні цеху, тому його найбільш доцільно застосовувати при побудові комплексної системи автоматичного управління вугільною шахтою.

Висновки

Показано, що збільшення ефективності управління гірничодобувного підприємства можливо при використанні комплексної системи автоматичного управління, яка реалізується з використанням багаторівневого підходу. Виконаний аналіз умов функціонування гірничодобувного підприємства показав, що найбільш доцільним є побудова чотирирівневої системи автоматизованого управління, що включає рівень шахти, рівень дільниці, рівень процесу, рівень технологічного обладнання. Оптимальна реалізація підсистеми збору й обміну інформацією в багаторівневій системі управління гірничодобувним підприємством можлива при використанні спеціалізованих телекомунікаційних мереж, зокрема, системи Profibus і Industral Ethernet. Система Profibus дозволяє створювати системи управління у вибухонебезпечних й пожежонебезпечних умовах, комплекс технічних засобів якої охоплює три нижніх рівні управління: рівень дільниці, рівень процесу, рівень технологічного обладнання й тим самим є найкращим при побудові багаторівневої комплексної системи автоматичного управління гірничодобувним підприємством.

Література

1. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников : учебное пособие для вузов / Толпежников Л.И. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Недра, 1985. – 352 с.
2. Полевые шины fieldbus - новая перспектива в автоматизации управления технологическими процессами / [Звягинцев А.М., Красников А.Л., Курносов Н.М. и др.] // Датчики и системы. – 2009. – № 7-8. – С. 61 -73.

3. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г.Олссон, Дж. Пиани. – СПб. : Невский диалект, 2001. – 557 с.
4. Бабанов И.Л. Перспективные средства коммуникации в распределенных промышленных системах / И.Л. Бабанов // PCWeek. – 2008. – №16. - С. 4 - 7.

Literatura

1. Tolpezhnikov L.I. Avtomaticheskoe upravlenie processami shaht i rudnikov: Uchebnoe posobie dlja vuzov. M.: Nedra. 1985. 352 s.
2. Zvjagincev A.M. Datchiki i sistemy. 2009.№ 7-8. S. 61-73.
3. Olsson G. Cifrovye sistemy avtomatizacii i upravlenija: SPb.: Nevskij dialekt. 2001. 557 s.
4. Babanov I.L. PCWeek. 2008. № 16. S. 4-7.

RESUME

V.V. Turupalov

Role of Telecommunication Technologies in Automation of the Mining Complex

In the article, the need for a comprehensive system of automatic control of the mining enterprise with the use of modern communication technologies is proved.

The analysis of both individual processes and the processes at entire mining enterprise showed that the given object is complex and it is characterized by distribution in space, by multi-dimensionality, by multi-connection, by large amount of different processes and equipment; and in addition, the work of the underground part of the mine has great influence of gas, dust, water cut, randomly changing geological conditions. It is shown that the effective management of such object is only possible with the use of the multi-level hierarchical control systems. Multi-level control architecture provides the reliability, efficiency, maintainability, efficiency of operation. Besides, it is provided the optimum level of decentralization with a minimum number of process monitoring, control and communication lines between expediency separation of complex automatic control system into four levels: the level of the mine, the level of the site, the level of the process, the level of technological equipment.

It is shown that the optimal implementation of multi-level mining enterprise management systems is possible using specialized telecommunication networks, in particular, the systems Profibus and Industral Ethernet. The Profibus system allows creating control systems in explosion and fire conditions, a set of technical tools, which covers the lower three levels of control: the level of the site, the level of the process, the level of technological equipment and thus it is the most preferable in the construction of a multi-level integrated automated control system of a coal mine.

Стаття надійшла до редакції 29.08.2012.